

Formulasi Bakteri Endofit Akar Kedelai untuk Pengendalian Pustul Bakteri

Formulation of Bacterial Endophytes from Soybean Root to Control Bacterial Pustule

Trimurti Habazar*, Zurai Resti, Yulmira Yanti, Sutoyo, Imelda
Universitas Andalas, Padang 25163

ABSTRAK

Dua isolat bakteri endofit yang mampu mengendalikan *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*, penyebab penyakit pustul kedelai, telah diperoleh pada penelitian sebelumnya. Bakteri tersebut perlu diformulasi agar dapat disimpan, ditransportasi, dan diaplikasikan. Penelitian bertujuan memperoleh formula bakteri endofit yang efektif dan dapat disimpan lama untuk pengendalian penyakit pustul bakteri. Penelitian menggunakan 3 macam bahan pembawa formula bakteri endofit (tanah gambut, air kelapa + 1% minyak sawit, dan tepung tapioka) yang dikombinasikan dengan lama penyimpanan (0, 1, 3, 5, dan 7 minggu). Perlakuan diaplikasi pada benih kedelai (perlakuan benih) sebelum ditanam. Kedelai diinokulasi dengan *X. axonopodis* pv. *glycines* pada umur 2 minggu dengan melukai permukaan bawah daun dan dioles dengan suspensi bakteri (kepadatan populasi 10^6 sel mL^{-1}). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir semua formula bakteri endofit mampu menekan intensitas pustul bakteri pada kedelai. Formulasi terbaik yang efektif mengendalikan penyakit pustul bakteri adalah bakteri endofit yang diformulasi dalam tanah gambut yang disimpan 1 dan 7 minggu (efektivitas 79.85% dan 77.02%) dan air kelapa + minyak sawit yang disimpan 3 minggu (efektivitas 77.46%).

Kata kunci: air kelapa, perlakuan benih, tanah gambut, tepung tapioka, *Xanthomonas axonopodis*

ABSTRACT

Two isolates of bacterial endophyte from soybean root were found to be effective to control bacterial pustule caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*. Formulation of the bacterial isolates is required to maintain the effectivity of this bacterial isolates during storage, transportation and application. The aim of this research was to obtain the best carrier for formulation to maintain the effectivity of bacterial endophyte in storage to control bacterial pustule on soybean. Three kind of carrier agent was evaluated for formulation of bacterial endophyte i.e. peat soil, tapioca flour and coconut water + 1% palm oil. Each carrier agent was combined with 5 treatment of storage time i.e. 0, 1, 3, 5 and 7 weeks. Soybean plants was inoculated by *X. axonopodis* pv. *glycines* 2 weeks after planting by rubbing bacterial suspension (10^6 cel mL^{-1}) on lower surface of leaves. The results showed that all formulas of bacterial endophyte were able to suppress the bacterial pustule on soybean. The best formulations were bacterial endophyte in peat soil stored for 1 and 7 weeks (effectivity rate 79.85% and 77.02%) and coconut water + palm oil and stored for 3 weeks (effectivity rate 77.46%).

Key words: bacterial endophyte, formulation, soybean, *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*

*Alamat penulis korespondensi: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang, Kampus Limau Manis, Padang 25163.
Tel: 0751-7059087, Faks: 0751-72702, Surel: trimurtihabazar@yahoo.com

PENDAHULUAN

Pustul bakteri yang disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* merupakan salah satu penyakit utama pada kedelai di Indonesia (Khaeruni *et al.* 2007). Pengendalian pustul bakteri yang dianjurkan ialah dengan penggunaan varietas tahan, penggunaan bakterisida (Sinclair dan Backman 1989).

Bakteri endofit dapat mengendalikan penyakit hawar bakteri oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* pada kapas (Rajendran *et al.* 2006). *Curtobacterium flaccumfaciens* sebagai endofit pada tanaman jeruk mampu meningkatkan ketahanan jeruk terhadap *Xylella fastidiosa* (Araujo *et al.* 2002). Bakteri endofit dari kentang menghambat perkembangan bakteri patogen dari genus *Erwinia* dan *Xanthomonas* (Sessitsch *et al.* 2004). Habazar *et al.* (2012) melaporkan bahwa 2 isolat bakteri endofit akar kedelai (ST₄E₁₋₁ dan ST₁E₁₋₁) adalah isolat terbaik untuk mengendalikan pustul bakteri pada kedelai dengan efektivitas 45.1% dan 19.6%.

Penggunaan rizobakteri termasuk bakteri endofit dalam bentuk suspensi sel dapat menurunkan kemampuannya mengendalikan penyakit tanaman pada kondisi di lapangan. Untuk itu bakteri endofit perlu dimobilisasi dalam bentuk formulasi dengan bahan pembawa untuk mempertahankan daya hidupnya, memudahkan aplikasi, penyimpanan, dan pemasaran. Formulasi bakteri antagonis dalam bentuk cair dan tepung talkum digunakan untuk pengendalian beberapa jenis patogen tanaman, seperti hawar daun bakteri pada kapas oleh *X. axonopodis* pv. *malvacearum* (Rajendran *et al.* 2006). Aktivitas biokontrol *B. megaterium* B1301 yang diformulasi dalam tepung jagung baik untuk pengendalian layu bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* ras 4 pada jahe (Yang *et al.* 2012). Tepung tapioka merupakan bahan pembawa terbaik untuk formulasi *Pseudomonas fluorescens* (Advinda 2009) dan formulasi bakteri rizoplan untuk mengendalikan *X. axonopodis* pv. *alii* pada bawang merah (Farlina *et al.* 2009). Penelitian ini bertujuan mendapatkan formula

bakteri endofit yang efektif dan stabil dalam pengendalian pustul bakteri pada kedelai.

BAHAN DAN METODE

Formula bakteri endofit diuji secara *in vitro* di laboratorium dan *in planta* di rumah kaca. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap dengan 16 perlakuan dan 3 ulangan. Tiga macam bahan pembawa formula bakteri endofit: tanah gambut, air kelapa + 1% minyak sawit, dan tepung tapioka; dikombinasikan dengan lama penyimpanan: 0, 1, 3, 5, dan 7 minggu dan kontrol (diinokulasi dengan *X. axonopodis* pv. *glycines*). Perlakuan diaplikasi pada benih kedelai (perlakuan benih) sebelum ditanam. Kedelai diinokulasi dengan *X. axonopodis* pv. *glycines* pada umur 2 minggu dengan melukai permukaan bawah daun dan dioles dengan suspensi bakteri (kepadatan populasi 10⁶ sel mL⁻¹). Data dianalisis dengan uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Perbanyakan Bakteri Endofit

Bakteri endofit isolat ST₁E₁₋₁ berasal dari penelitian Habazar *et al.* (2012) yang dikoleksi di Laboratorium Bakteriologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang. Bakteri diremajakan pada medium agar-agar nutrien (AN) dan diinkubasi 48 jam, kemudian dipindahkan satu koloni ke dalam 25 mL medium cair nutrien dalam labu Erlenmeyer (volume 250 mL) dan diinkubasi 24 jam pada alat pengocok horizontal dengan kecepatan 250 rpm. Sebanyak 5 mL suspensi bakteri endofit ini dipindahkan ke dalam 500 mL air kelapa steril dalam labu Erlenmeyer (volume 1 L) dan diinkubasi 2 × 24 jam dengan cara yang sama. Kepadatan populasi ditentukan melalui kekeruhannya dengan pembanding pada larutan McFarland skala 8 (diperkirakan 10⁸ sel mL⁻¹) (Klement *et al.* 1990).

Formulasi Bakteri Endofit

Formulasi bakteri endofit dibuat 3 macam formula, yaitu 2 padatan dan 1 cairan. Formula padat menggunakan bahan pembawa tapioka + 5% sukrosa dan tanah gambut + 5%

sukrosa. Sebanyak 50 g formula dimasukkan ke dalam kantong plastik tahan panas dan disterilkan pada suhu 121 °C selama 15 menit. Formula cair bahan pembawanya terdiri atas 98 mL air kelapa, 1 mL minyak sawit (1%) dan sukrosa 5%. Campuran bahan tersebut dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Formula ini disterilkan dengan cara yang sama dengan formula kering. Selanjutnya pada formula (padat dan cair) ditambahkan 1 mL suspensi isolat bakteri endofit (10^8 sel mL^{-1}) dan disimpan (0, 1, 3, 5 dan 7 minggu) (Gambar 1) dan diinkubasi dalam ruangan pada suhu ± 20 °C dengan penerangan lampu 10 W.

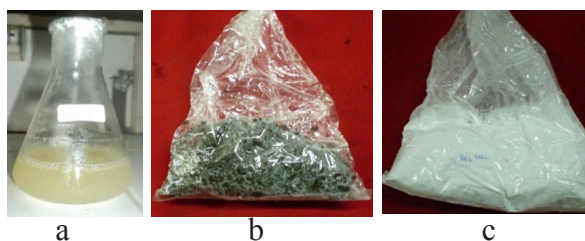
Populasi bakteri endofit dari masing-masing formula diuji viabilitasnya pada beberapa pengenceran. Sebanyak 10 g formula kering dan 10 mL formula cair diambil dan diencerkan secara seri (10^{-1} sampai 10^{-6}) dalam tabung reaksi steril. Dari pengenceran 10^{-6} diambil 1 mL, dipindahkan ke medium AN dan diinkubasi selama 2×24 jam. Jumlah koloni yang tumbuh dan kepadatan populasinya dihitung menggunakan rumus

$$JB = A \times C, \text{ dengan}$$

JB, Populasi bakteri (CFU mL^{-1}); A, Jumlah koloni; C, tingkat pengenceran.

Uji Kestabilan Formula Bakteri Endofit untuk Mengendalikan Penyakit Pustul Bakteri pada Tanaman Kedelai

Tiga formula bakteri endofit (gambut, tepung tapioka, dan air kelapa + 1% minyak sawit) yang disimpan selama 0, 1, 3, 5 dan 7 minggu di ruang berpendingin, kemudian diuji kemampuannya dalam menekan pustul



Gambar 1 Formula bakteri endofit yang disimpan pada suhu 20 °C. a, Air kelapa + minyak sawit; b, Tanah gambut; c, Tepung tapioka.

bakteri pada tanaman kedelai di rumah kaca. Bakteri endofit diintroduksi 2 kali, yaitu pada benih dan tanaman kedelai. Pada benih, formula bakteri endofit disuspensikan dalam air (1:100), kemudian benih kedelai varietas Wilis direndam dalam suspensi tersebut selama 15 menit dan dikeringanginkan 24 jam. Benih kedelai ditanam dalam kantong plastik dengan medium tanam 5 kg campuran pupuk kandang dan tanah steril (2:1 v/v). Introduksi bakteri endofit pada tanaman kedelai umur 3 minggu dilakukan dengan menyiramkan suspensi formula bakteri endofit di sekeliling batang; kira-kira 3 cm dari pangkal batang.

Perbanyak dan Inokulasi *X. axonopodis* pv. *glycines*

Isolat *X. axonopodis* pv. *glycines* diremajakan pada medium agar-agar glukosa nutrien selama 5 hari, lalu koloni bakteri disuspensikan dalam 9 mL akuades steril. Suspensi *X. axonopodis* pv. *glycines* yang digunakan dengan kepadatan populasi 10^6 sel mL^{-1} ditentukan dengan cara yang sama seperti untuk bakteri endofit. Sebanyak 3 daun muda dari tanaman yang berumur 50 hari, dilukai dengan jarum pentul dan diinokulasi dengan mengolesnya, lalu tanaman diselubungi dengan plastik bening selama 5 hari.

Tanaman dipupuk, dibersihkan dari gulma. Tanaman kedelai dipupuk dengan 0.23 g urea, 0.30 g SP 36, dan 0.45 g KCl per kantong plastik. Polong kedelai dipanen umur 88 hari.

Peubah yang diamati ialah viabilitas bakteri endofit dalam formula, perkembangan pustul bakteri (masa inkubasi, persentase dan intensitas pada daun dan polong). Reaksi peningkatan ketahanan kedelai terhadap pustul bakteri mengacu pada kriteria Dirmawati (2005) yang didasarkan pada intensitas serangan, yaitu <10%, tahan; 10–20%, agak tahan; 20–30%, agak rentan; 30–60%, rentan; dan >60%, sangat rentan. Efektivitas penggunaan bakteri endofit untuk memperpanjang masa inkubasi atau menurunkan persentase dan intensitas serangan pustul bakteri pada daun dan polong dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{P - K}{K} \times 100\%, \text{ dengan}$$

E, efektivitas; P, perlakuan; K, kontrol.

HASIL

Viabilitas Bakteri Endofit dalam Formula

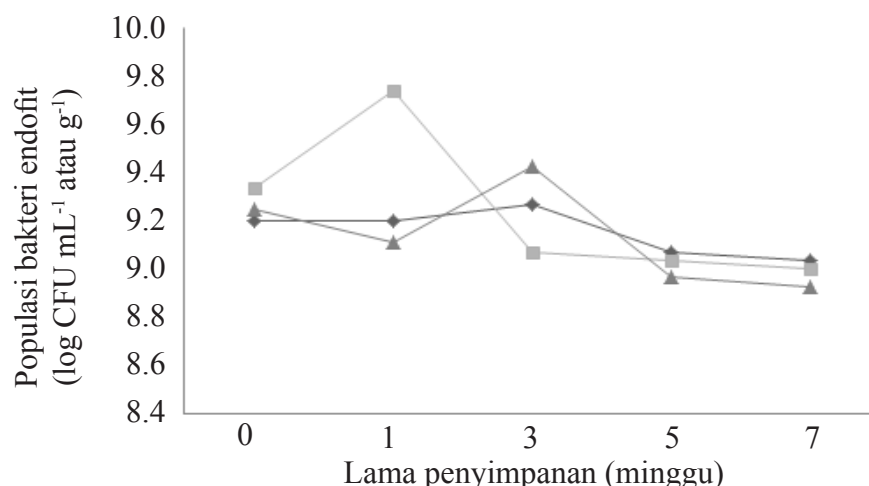
Viabilitas bakteri endofit dalam formula berbagai bahan pembawa (gambut, tapioka, dan air kelapa + 1% minyak sawit) terlihat berfluktuasi pada tahap awal dan cenderung menurun setelah disimpan sampai 7 minggu (Gambar 2). Meskipun demikian, dalam formula gambut terjadi peningkatan populasi bakteri endofit setelah disimpan 1 minggu (9.8×10^9 CFU g⁻¹), tetapi kemudian menurun (10^9 CFU g⁻¹). Viabilitas bakteri endofit dalam formula air kelapa relatif stabil, sedangkan dalam formula tepung tapioka meningkat setelah disimpan 3 minggu dan kemudian menurun setelah disimpan 5 dan 7 minggu. Kondisi ini masih memenuhi syarat viabilitas bakteri dalam suatu formula karena umumnya aplikasi bakteri endofit baik dalam bentuk perlakuan benih ataupun penyiraman pada tanah perakaran menggunakan kepadatan populasi 10^8 CFU g⁻¹.

Perkembangan Penyakit Pustul Bakteri

Semua formula bakteri endofit yang diinokulasikan pada tanaman kedelai mampu memperlambat masa inkubasi pustul bakteri 0.33–3.00 hari dibandingkan dengan kontrol

yang efektivitasnya 3.67–33.33%. Masa inkubasi pustul bakteri pada kedelai yang paling lama ialah yang diperlakukan dengan bakteri endofit formula air kelapa + 1% minyak sawit disimpan 1 minggu. Formula bakteri endofit tersebut mampu menghambat perkembangan pustul bakteri pada daun, persentase daun sakit berkisar 14.97–32.20% dibandingkan dengan kontrol 49.08% dengan efektivitas 34.39–69.49%, sedangkan intensitas penyakit berkisar antara 4.13–12.00% dibandingkan dengan kontrol 20.50% dengan efektivitas 41.46–79.85%. Berdasarkan kategori ketahanan tanaman kedelai terhadap pustul bakteri, maka tanaman yang diinokulasi dengan formula bakteri endofit menunjukkan peningkatan ketahanan dari agak rentan pada tanaman kontrol menjadi agak tahan (1 formula yaitu bakteri endofit dalam tapioka tanpa penyimpanan) dan selebihnya menjadi tahan (Tabel 1).

Hampir semua formula yang diaplikasi pada kedelai mempunyai kemampuan yang hampir sama dalam menekan perkembangan persentase pustul bakteri, kecuali pada formula tapioka yang tidak disimpan. Perkembangan persentase serangan pustul bakteri pada kedelai yang diberi perlakuan formula ini cenderung meningkat, tetapi tetap di bawah tanaman kontrol. Demikian juga halnya dengan perkembangan intensitas serangan pustul bakteri, namun terdapat 2 formula tapioka, yaitu yang disimpan 3 dan



Gambar 2 Perkembangan kepadatan populasi beberapa formula bakteri endofit akar setelah disimpan selama 7 minggu. —◆—, AK + 1% MS; —■—, Gambut; —▲—, Tapioka.

Tabel 1 Serangan pustul bakteri pada daun kedelai yang diintroduksi dengan formula isolat bakteri endofit di rumah kaca (%)

Formula	Lama penyimpanan formula pada 20 °C (minggu)	Hari setelah inokulasi						
		9	12	15	18	21	24	27
Air kelapa + 1 % minyak sawit	7	2.08	5.21	7.29	9.23	11.50	15.60	16.67
Tanah gambut	7	1.90	4.02	6.16	9.21	11.10	14.40	15.34
Tepung tapioka	7	4.04	7.11	9.25	11.30	14.36	16.30	19.36
Air kelapa + 1 % minyak sawit	5	0.00	5.47	6.45	8.54	8.54	13.90	18.31
Tanah gambut	5	1.96	4.43	6.91	9.08	12.30	15.10	17.26
Tepung tapioka	5	5.14	7.10	9.06	9.06	17.10	18.10	20.68
Air kelapa + 1 % minyak sawit	3	2.08	5.11	6.87	8.98	10.00	15.00	14.97
Tanah gambut	3	0.00	4.92	6.94	10.8	12.9	16.30	16.32
Tepung tapioka	3	1.28	6.73	6.73	11.5	19.7	21.90	21.89
Air kelapa + 1 % minyak sawit	1	0.00	3.89	6.81	8.74	10.7	11.70	15.52
Tanah gambut	1	0.00	3.61	6.18	6.18	9.74	13.20	15.77
Tepung tapioka	1	4.97	7.35	11.2	14.9	16.00	16.00	22.04
Air kelapa + 1 % minyak sawit	0	2.43	5.73	5.73	9.91	13.2	15.30	17.75
Tanah gambut	0	1.11	4.41	4.41	9.98	9.98	16.50	17.59
Tepung tapioka	0	2.47	11.00	11.40	16.8	21.3	26.50	32.59
Kontrol negatif		9.65	12.30	15.40	23.7	26.5	36.13	40.71

5 minggu menunjukkan peningkatan intensitas serangan meskipun tetap berada di bawah tanaman kontrol dan tanaman yang diaplikasi dengan formula tapioka tanpa penyimpanan (Tabel 2).

Perkembangan pustul bakteri pada polong kedelai juga menunjukkan kecenderungan yang sama dengan daun, yaitu bahwa semua formula bakteri endofit yang diaplikasi pada kedelai mampu menekan perkembangan penyakit pustul bakteri (Tabel 3). Persentase polong yang terinfeksi *X. axonopodis* pv. *glycines* berkisar 33.46–78.65% dibandingkan dengan kontrol 93.14% dengan efektivitas penurunan serangan 9.27–64.16%, dan intensitas pustul bakteri berkisar 11.23–26.77% dibandingkan dengan kontrol 35.58% dengan efektivitas penurunan serangan 23.13–68.43%. Dalam hal ini juga terjadi peningkatan ketahanan tanaman kedelai yang diintroduksi dengan berbagai formula bakteri endofit dari kategori

rentan pada tanaman kontrol (tanpa formula) menjadi agak rentan (2 formula) dan agak tahan (13 formula).

PEMBAHASAN

Viabilitas sel bakteri dipengaruhi oleh medium pembawa, medium alternatif produksi, dan kemampuan bertahan bakteri. Medium pembawa tanah gambut bisa menjadi sumber bahan organik bagi bakteri untuk tumbuh mempertahankan populasi selama penyimpanan (Bai *et al.* 2003). Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian Habazar *et al.* (2009) yang memformulasi isolat rizobakteri dari rizosfer bawang merah dengan bahan pembawa gambut menunjukkan kepadatan populasi bakteri tergolong lebih stabil dalam formula gambut dibandingkan dengan air kelapa, tapioka, dan talkum. Menurut Advinda (2009) *P. fluorescens* dalam bahan pembawa

Tabel 2 Intensitas serangan pustul bakteri pada daun kedelai yang diintroduksi dengan formula isolat bakteri endofit di rumah kaca (%)

Formula	Lama penyimpanan formula pada 20 °C (minggu)	Hari setelah inokulasi						
		9	12	15	18	21	24	27
Air kelapa + 1 % minyak sawit	7	0.41	0.83	1.46	2.29	3.33	4.37	6.25
Tanah gambut	7	0.38	0.80	1.23	2.02	2.83	4.53	4.71
Tepung tapioka	7	0.80	1.42	2.06	2.67	3.69	5.67	5.66
Air kelapa + 1 % minyak sawit	5	0.00	1.09	1.29	1.91	3.21	4.99	6.85
Tanah gambut	5	0.39	0.89	1.38	1.81	3.11	4.47	5.35
Tepung tapioka	5	0.39	1.41	2.00	2.71	5.11	6.33	7.56
Air kelapa + 1 % minyak sawit	3	0.41	1.02	1.37	1.97	2.18	4.61	4.62
Tanah gambut	3	0.00	0.98	1.38	2.45	2.87	5.14	6.03
Tepung tapioka	3	0.26	1.35	2.33	2.55	5.41	7.66	8.55
Air kelapa + 1 % minyak sawit	1	0.00	0.79	1.75	2.35	2.92	3.30	4.80
Tanah gambut	1	0.00	0.72	1.23	1.69	2.22	2.00	4.10
Tepung tapioka	1	0.99	1.74	2.50	2.97	3.39	5.62	7.10
Air kelapa + 1 % minyak sawit	0	0.46	1.15	1.74	2.21	3.60	4.78	6.00
Tanah gambut	0	0.22	0.88	1.56	2.21	2.86	5.07	5.50
Tepung tapioka	0	0.49	2.20	2.77	3.89	6.24	9.13	12.00
Kontrol negatif		2.23	2.77	4.23	6.74	8.79	10.72	15.72

Tabel 3 Perkembangan pustul bakteri pada polong kedelai yang diintroduksi dengan formula isolat bakteri endofit di rumah kaca

Formula	Lama penyimpanan formula pada 20 °C (minggu)	Persentase polong terserang		Intensitas polong terserang		
		%	Efektivitas (%)	%	Efektivitas (%)	Reaksi ketahanan*
Tanah gambut	0	45.61	51.19	14.64 efgh	58.85	Agak tahan
Tanah gambut	1	33.46	64.19	11.23 h	68.43	Agak tahan
Tanah gambut	3	45.55	51.25	14.36 fgh	59.39	Agak tahan
Tanah gambut	5	42.96	54.02	12.23 gh	65.65	Agak tahan
Tanah gambut	7	54.76	34.83	17.53 cdef	50.73	Agak tahan
Air kelapa + 1% minyak sawit	0	48.86	47.70	15.7 defgh	55.62	Agak tahan
Air kelapa + 1% minyak sawit	1	48.12	48.50	16.49 defg	55.62	Agak tahan
Air kelapa + 1% minyak sawit	3	47.64	49.01	15.56 defg	56.27	Agak tahan
Air kelapa + 1% minyak sawit	5	52.28	37.49	17.40 cdef	53.65	Agak tahan
Air kelapa + 1% minyak sawit	7	57.66	31.73	19.13 cde	46.23	Agak tahan
Tepung tapioka	0	56.28	33.20	19.65 b	44.77	Agak tahan
Tepung tapioka	1	49.81	46.69	18.44 cdef	48.17	Agak tahan
Tepung tapioka	3	48.19	41.87	21.60 c	39.29	Agak rentan
Tepung tapioka	5	52.28	31.17	17.44 cdef	52.20	Agak tahan
Tepung tapioka	7	78.65	9.27	26.77 b	23.13	Agak rentan
Kontrol		93.44	0.00	35.58 a	0.00	Rentan
KK		17.53		23.82		

*Kriterium ketahanan berdasarkan intensitas serangan menurut Dirmawati (2005)

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

tepung tapioka lebih tinggi viabilitasnya dibandingkan dengan agar-agar dan alginat, kepadatan populasinya meningkat setelah disimpan 6 minggu dan menurun setelah 8 minggu. Dengan demikian viabilitas bakteri endofit lebih baik dalam formula gambut dibandingkan dengan air kelapa dan tapioka.

Formula bakteri endofit isolat ST₁E₁₋₁ dengan 3 macam bahan pembawa (gambut, tepung tapioka, dan air kelapa + 1% minyak sawit) yang disimpan sampai 7 minggu, kemudian diintroduksi pada benih kedelai menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menghambat perkembangan intensitas serangan pustul bakteri. Penelitian terdahulu dengan perlakuan bakteri endofit isolat ST₁E₁₋₁ yang diintroduksi pada benih kedelai menurunkan intensitas serangan pustul bakteri dengan efektivitas 19.6% (Habazar *et al.* 2012). Habazar *et al.* (2009) juga melaporkan bahwa tanaman bawang merah yang diberi perlakuan rizobakteri isolat JB2sktE1 dalam formula tepung tapioka menunjukkan intensitas serangan hawar daun bakteri (*X. axonopodis* pv. *alii*) yang rendah (7.80%) dengan efektivitas 71.25%. Sebagian besar formula bakteri endofit mampu meningkatkan ketahanan kedelai yang tergolong agak tahan (1 formula tepung tapioka tanpa disimpan) dan selebihnya tahan (14 formula yang disimpan 1, 3, 5 dan 7 minggu), sedangkan tanaman kontrol tergolong agak rentan seperti yang dilaporkan Dirmawati (2005).

Umumnya intensitas pustul pada polong dari tanaman yang diinokulasi dengan formula bakteri endofit lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Seperti halnya intensitas serangan pustul bakteri pada daun kedelai, terjadi peningkatan ketahanan kedelai terhadap pustul bakteri. Kondisi ini juga telah dilaporkan oleh Habazar *et al.* (2012) bahwa 2 isolat bakteri endofit yang diinokulasi pada kedelai dapat meningkatkan ketahanan kedelai terhadap pustul bakteri. Artinya bahwa isolat bakteri endofit yang diformulasi menunjukkan pengaruh yang stabil dalam pengendalian pustul bakteri pada kedelai.

Formula bakteri antagonis telah digunakan dalam mengendalikan *X. axonopodis* pv.

malvacearum penyebab penyakit hawar daun bakteri pada kapas dalam bentuk formulasi cair dan tepung talkum (Rajendran *et al.* 2006). Aktivitas biokontrol *B. megaterium* B1301 yang diformulasi dalam tepung jagung baik untuk pengendalian penyakit layu bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* ras 4 pada jahe (Yang *et al.* 2012). Dari 8 formula *P. fluorescens* yang diperlakukan pada benih kapas efektif mengendalikan penyakit rebah kecambah sampai 62.5% dibandingkan dengan kontrol, hanya formula TAL-B2 (suspensi *P. fluorescens* galur CKK-3) mengandung 9×10^8 CFU mL⁻¹ dicampur dengan tepung talkum (1 kg) dan CMC (10 g) yang kurang efektif (Ardakani *et al.* 2010). Penggunaan tepung tapioka sebagai bahan pembawa telah dilaporkan Habazar *et al.* (2009) yang menunjukkan kemampuan yang sama dengan tepung talkum. Farlina *et al.* (2009) melaporkan bahwa formulasi bakteri rizoplan dalam tepung tapioka yang disimpan 2 minggu menunjukkan intensitas daun bawang terserang *X. axonopodis* pv. *alii* paling rendah.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hampir semua formula isolat bakteri endofit (ST₁E₁₋₁) yang disimpan 1, 3, 5, dan 7 minggu yang diinokulasi pada benih kedelai menunjukkan kemampuan menekan intensitas pustul bakteri. Formula yang terbaik ialah gambut yang disimpan 1 dan 7 minggu dan formula air kelapa + 1% minyak sawit yang disimpan 3 minggu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DP2M DIKTI DEPDIKNAS melalui Hibah Kompetensi Tahun 2012 dengan Kontrak No. 063/UN.16/PL/Hikom/2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Advinda L. 2009. Tanggap fisiologis tanaman pisang yang diintroduksi dengan formula *Pseudomonad fluoresen* terhadap blood disease bacteria (BDB) [disertasi]. Padang (ID): Universitas Andalas.

- Araujo WL, Marcon J, Maccheroni WJr, Van Elsas JD, Van Vuurde JW, and Azevedo JL. 2002. Diversity of endophytic bacterial populations and their interaction with *Xylella fastidiosa* in citrus plants. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:4906-4914. DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.68.10.4906-4914.2002>.
- Ardakani SS, Heydari A, Khorasani N, Arjmandi R. 2010. Development of new bioformulations of *Pseudomonas fluorescens* and evaluation of these products against damping-off of cotton seedlings. *J Plant Pathol.* 92(1):83–88.
- Bai Y, Zhuo X, Smith DL. 2003. Enhanced soybean plant growth resulting from co inoculation of *Bacillus* strains with *Bradyrhizobium japonicum*. *Crop Sci.* 43:1774–1781. DOI: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2003.1774>.
- Dirmawati SR. 2005. Penurunan intensitas penyakit pustul bakteri kedelai melalui strategi cara tanam tumpangsari dan penggunaan agensia hayati. *J Agrijati.* 1(1):1–11.
- Farlina R, Habazar T, Yanti Y. 2009. Stabilitas beberapa formula isolat bakteri rizoplan dalam penyimpanan dan kemampuannya menekan penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas axonopodis pv. alii*) pada tanaman bawang merah. *Manggaro.* 10(2):49–54.
- Habazar T, Nasrun, Jamsari, Rusli I, Ernita M, Irfandri, Resti Z, Yanti Y. 2009. Introduction of rhizobacteria indigenous strains from healthy onion rhizosphere to control *Xanthomonas* leaf blight disease on onion. *International Seminar and Workshop Biodiversity, Biotechnology, and Crop Production.* Padang (ID): PBPI Komisariat Sumatera Barat.
- Habazar T, Resti Z, Yanti Y, Trisno J, Diana A. 2012. Penapisan bakteri endofit akar kedelai secara in planta untuk mengendalikan penyakit pustul bakteri. *J Fitopatol Indones.* 8(4):97–103. DOI: <http://dx.doi.org/10.14692/jfi.8.4.97>.
- Khaeruni A, Suwanto A, Tjahjono B, Sinaga SM. 2007. Deteksi cepat penyakit pustul bakteri pada kedelai menggunakan teknik PCR dengan primer spesifik. *Hayati.* 14(2):76–80.
- Klement Z, Rudolph K, Sand DC. 1990. *Methods in phyto bacteriology.* Budapest (HU): Akademiai Kiado.
- Rajendran L, Saravanakumar D, Ragunchander T, Samiyappan R. 2006. *Endophytic bacterial induction of defence enzymes against bacterial blight of cotton.* Tamil Nadu (IN): Tamil Nadu.
- Sessitsch A, Reiter B, Berg G. 2004. Endophytic bacterial communities of field-grown potato plants and their plant-growth-promoting and antagonistic abilities. *Can J Microbiol.* 50:239–249. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/w03-118>.
- Sinclair JB, Backman PA. 1989. *Compendium of Soybean Diseases.* Ed ke-3. Minnesota (US): The American Phytopathological Society.
- Yang W, Liu H, Wang Y, Luo Y, Yang H, Guo J. 2012. Effects of two different soil amendments on the biocontrol efficacy of biological control agents against *Ralstonia* wilt on ginger. *Afr J Biotechnol.* 11(39):9383–9390. DOI: <http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.4317>.